

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JCS32 U.S. PTO
10/034061
12/27/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-401447

出 願 人

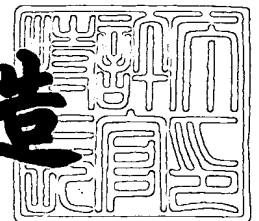
Applicant(s):

新日本製鐵株式会社

2001年11月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3104381

【書類名】 特許願
 【整理番号】 YP00NS0436
 【提出日】 平成12年12月28日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 H01F 1/16
 H01F 27/33

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
 開発本部内

【氏名】 茂木 尚

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
 開発本部内

【氏名】 藤倉 昌浩

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
 開発本部内

【氏名】 山崎 修一

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
 開発本部内

【氏名】 溝上 雅人

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
 開発本部内

【氏名】 簗本 政男

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富 2 0 - 1 新日本製鐵株式会社 技術
 開発本部内

【氏名】 秋末 治

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068423

【弁理士】

【氏名又は名称】 矢葺 知之

【電話番号】 03-5687-6054

【選任した代理人】

【識別番号】 100080171

【弁理士】

【氏名又は名称】 津波古 繁夫

【電話番号】 03-5687-6054

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013309

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 低騒音トランス用電磁鋼板および低騒音トランス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鋼板面の少なくとも片面に厚さが $30 \mu\text{m}$ 以上の粘弾性体層を有することを特徴とする低騒音トランス用電磁鋼板。

【請求項 2】 損失係数が $20 \sim 200^\circ\text{C}$ の範囲のいずれかの温度において 1 つ以上のピークを持つ粘弾性体層を有する請求項 1 記載の低騒音トランス用電磁鋼板。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の低騒音トランス用電磁鋼板を用いて形成された低騒音トランス。

【請求項 4】 電磁鋼板を n 枚積層して構成されたトランス鉄心において、 $n - 1$ 個の積層間のうち、下記の式を満足する m 個の積層間に厚さが $30 \mu\text{m}$ 以上の粘弾性体層を具備したことを特徴とする低騒音トランス。

$$3 \leq (n - 1) / m \leq 30$$

【請求項 5】 請求項 1 または 2 記載の低騒音トランス用電磁鋼板を用いた鉄心において粘弾性体層をランダムに挿入することを特徴とする低騒音トランス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はトランスなどの鉄心に用いられ、振動発生が少ない低騒音トランス用電磁鋼板および低騒音トランスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

電気・電子機器に幅広く使用される磁性材料において、磁界印加時の長さ変化の度合い（これを磁気ひずみと呼ぶ）は変圧器騒音の原因となるため、品質管理における重要な評価項目の一つとなっている。近年、電気機器からの騒音は、生活環境快適化の要求と共にさらに規制が厳しくなりつつある。このため、磁気ひずみの低減による低騒音化の研究が盛んに行われている。

【 0 0 0 3 】

磁性材料のうち、トランスの鉄心に用いられる一方向性電磁鋼板については、還流磁区を減少させることで磁気ひずみを低減する手法がある。ここで言う還流磁区とは、磁界印加方向に対して直角に向いている磁化を有する領域である。この磁化が印加磁界により磁界と平行方向に向けて動くときに磁気ひずみが生じる。従って、還流磁区量が少ないほど磁気ひずみは小さくなる。主な磁気ひずみ低減の手法として、以下のものが知られている。

【 0 0 0 4 】

①結晶粒の $\langle 001 \rangle$ 方向を圧延方向に揃え、磁化回転により形状変化を生じさせる還流磁区を作らない方法 (T.Nozawa et al, "Relationship Between Total Losses under Tensile Stress in 3 Percent Si-Fe Single Crystals and Their Orientations near (110) [001], " IEEE Trans. on Mag., Vol. MAG-14, No.4, 1978.)、

②塑性歪を開放することで還流磁区を消去する方法 (特開平 7 - 3 0 5 1 1 5 号公報、[画記的な方向性珪素鋼板オリエントコア・ハイビーの開発] : OHM 1972.2)、

③被膜張力を鋼板に印加することで還流磁区を消去する方法 (T.Nozawa et al, "Relationship between Total Losses under Tensile Stress in 3 Percent Si-Fe Single Crystals and Their Orientations near (110) [001], " IEEE Trans. on Mag., Vol. MAG-14, No.4, 1978.)。

【 0 0 0 5 】

一方、磁気ひずみの低減のみではなく、発生する振動を抑える方式で騒音の低減が図れる。発生する振動を抑える方式で騒音を低減する方法として、例えば、振動の伝播を切るためエア空間やシリコンゴムを設ける方法 (特開平 5 - 2 5 1 2 4 6 号公報)、制振材と吸音材を鉄心脚の外部に配置して騒音を低減する方法 (特開平 8 - 4 5 7 5 1、特開 2 0 0 0 - 8 2 6 2 2、特開 2 0 0 0 - 1 2 4 0 4 4 号公報)、リアクトルのギャップ部を振動が抑えられる接着材で固定する方法 (特開平 8 - 1 1 1 3 2 2 号公報)、樹脂中間層をもつ電磁鋼板を用いる方法 (特開平 8 - 2 5 0 3 3 9 号公報) がある。

主にこれらの手法により、磁気ひずみ、あるいは振動を低減し電気機器の低騒音化が図られてきた。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

電気機器のさらなる低騒音化への要求は強く、目的を達するためには高度な技術が必要となる。従来の低騒音化の研究は還流磁区の消滅による磁気ひずみの低減を主な目的としてきた。ところが、時間的に変化する磁界を加えると、トランスの鉄心として組んだ場合、鋼板の伸縮は鋼板が必ずしも平坦ではないため鋼板面に垂直な振動に変化する。この振動によって空気の疎密波が生じ音となって広がる。今までこの振動を低減するため鋼板の磁気ひずみを小さくするように上述した結晶方位の先鋭化、塑性歪の開放、張力の印加等、従来技術として確立されている。ほかに外部に振動を伝播させない防振構造を設ける対策がある。しかしながら、さらなる低騒音化への要求に対処するためには、空気粒子の振動原因となる鋼板面振動を抑えることが課題となる。

【 0 0 0 7 】

このような課題に対して樹脂中間層をもつ電磁鋼板で構成した鉄心が既に提案されているが、積層鋼板間の2層おきに樹脂中間層が入るため占積率が低く、鉄心断面積を大きくする必要性がある。

本発明の課題は、鋼板面に垂直な振動を抑える条件を見出し、低騒音化を効果的に実現する、振動発生が少ない低騒音トランス用電磁鋼板および低騒音トランスを提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明の要旨とするところは以下の通りである。

- (1) 鋼板面の少なくとも片面に厚さが $30\mu\text{m}$ 以上の粘弾性体層を有することを特徴とする低騒音トランス用電磁鋼板。
- (2) 損失係数が $20\sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲のいずれかの温度において1つ以上のピークを持つ粘弾性体層を有する前記(1)記載の低騒音トランス用電磁鋼板。
- (3) 前記(1)または(2)記載の低騒音トランス用電磁鋼板を用いて形成さ

れた低騒音トランス。

(4) 電磁鋼板を n 枚積層して構成されたトランス鉄心において、 $n - 1$ 個の積層間のうち、下記の式を満足する m 個の積層間に厚さが $30 \mu\text{m}$ 以上の粘弾性体層を具備したことを特徴とする低騒音トランス。

(5) 前記 (1) または (2) 記載の低騒音トランス用電磁鋼板を用いた鉄心において粘弾性体層をランダムに挿入することを特徴とする低騒音トランス。

【0009】

【発明の実施の形態】

すでに述べたように現在までの主な方法は磁気ひずみを小さくし、面振動を低減させていた。また、外部に振動を伝播させない防振構造をとっていた。しかしながら本発明者らは、トランスの鉄心において鋼板の積層間に粘性と弾性を併せ持つ粘弾性体層を挿入する方法において、鋼板の面振動を小さくし、騒音を低減することを効果的に実現するため鋭意研究を行った。以下、実験にもとづき説明する。

【0010】

$300 \times 180 \times 10 \text{ mm}$ の小型トランスを造り (図 1)、騒音を測定した (図 2)。2 枚の電磁鋼板の間に厚さ $20 \mu\text{m}$ の粘弾性体層を挟んだ複層電磁鋼板を用いた鉄心 (全粘弾性層厚 0.42 mm) と 4 層に 1 層の割合で規則的に同じ積層順にならないように $30 \mu\text{m}$ 厚の粘弾性体層を変則的に入れた鉄心 (全粘弾性層厚 0.30 mm) を用いて騒音を比較した。本実験の結果、全粘弾性層厚が薄いにもかかわらず、4 層に 1 層の割合で変則的に粘弾性体層を挿入した鉄心において騒音は低かった。

【0011】

本効果の定かな理由は明らかではないが、発明者らは粘弾性体層の厚さが振動吸収に効果があり、薄い粘弾性体層を鉄心内に多く分散した場合より有効になるものと考えている。

また、鉄心の共振周波数は材質が同じであれば重量から決まるが、等しい層間隔で粘弾性体層を入れると、等しい重量の鋼板ブロックに分割されるため、各ブロックで共振周波数が一致し振動が共振により増幅する。一方、粘弾性体層の層

間隔を変則的（ランダム）にした場合では共振周波数が分散するので特定の周波数で大きな振動が発生し難くなったと考えている。

【 0 0 1 2 】

図 3 にはこれらの方法の占積率を示した。従来法である粘弾性体層を多く内部に分散した鉄心では、層厚が $20\ \mu\text{m}$ にもかかわらず、粘弾性体の層数が多くなるため本発明の積層鉄心より占積率は低い。本発明では、粘弾性体層が厚いので振動の吸収が大きく、騒音の低減だけでなく、占積率も高く出来る。

【 0 0 1 3 】

以上の観点から本発明者らは、従来技術としての磁気ひずみのみを小さくするだけでは騒音低減は不完全で、さらに面振動を抑えることも重要であると考えた。面振動を抑制する条件は鋼板間に粘弾性体をランダムに挿入することで満足され、このような電磁鋼板を提供することで、効果的にトランス等の電気機器騒音を低減できることを見出し、本発明に至ったのである。

【 0 0 1 4 】

次に、本発明の限定条件について説明する。

粘弾性体の厚さは厚い程効果が大きい。特公平 7 - 8 5 4 5 7 号公報に記載されている方法では、6. 5 % S i の積層鉄心に含浸剤を入れることで振動を抑制する。積層鋼板の表面粗度 R m a x が $3.5\ \mu\text{m}$ 以上と規定されているが、コアをかしめた後に真空含浸するため、含浸剤の厚さは高々 $10\ \mu\text{m}$ 程度と考えられる。本発明では振動抑制効果を大きくするため、少なくとも $30\ \mu\text{m}$ 以上、好ましくは $40\sim60\ \mu\text{m}$ の厚さの粘弾性体を用いている。

【 0 0 1 5 】

一般のトランス鉄心は、動作時に $20\sim200^{\circ}\text{C}$ の温度域にあるため粘弾性体の損失係数のピークがこの温度範囲にあることが好ましい。この範囲のどの温度で損失係数をピークにするかは、その応用環境によって決定すればよい。尚、ポリイソブチレンは損失係数のピークが 0°C にあり、ポリエステルは 100°C 、ニトリルゴムは 20°C にあることが既に知られている。

【 0 0 1 6 】

また、本鉄心において 3 層に 1 層以上の割合で粘弾性体層を入れると占積率が

著しく低下するため $(n-1)/m$ を 3 以上にした。しかしながら、30 層に 1 層の割合で粘弾性体を挿入すると振動の吸収が弱いので、 $(n-1)/m$ を 30 以下にした。

粘弾性体層を鋼板に等しい層間隔で入れず、変則的（ランダム）な積み方にする理由は、共振周波数を分散させ、共振による振動の増幅を避けるためである。

【0017】

【実施例】

〔実施例 1〕

常法により製造した、板厚 0.23 mm の一方向性電磁鋼板を用い、何も挿入しないもの：A、ポリエステル系樹脂を 10 層に 1 層の割合で等しい層間隔にならないように挿入したもの：B、オレフィン系フィルム樹脂を 10 層に 1 層の割合で等しい層間隔にならないよう挿入したもの：C、ポリイソブチレン樹脂を全層に挿入したもの：D をそれぞれ積層鉄心とし、それぞれ 500 kVA の 3 相トランスに組み立て、50 Hz 1.6 T で励磁した場合の騒音を測定した。尚、樹脂層の厚さは D が 20 μ m、他は 50 μ m とし、トランス積層厚は 50 mm とした。その結果を表 1 に示す。

本発明の条件を満たす鉄心から製作したトランス鉄心 B、C では、騒音を低くすることができた。

【0018】

【表 1】

試料 No.	騒音	備考
A	50.6 dB(A)	従来技術
B	44.4 dB(A)	本発明
C	42.7 dB(A)	本発明
D	48.9 dB(A)	従来技術

(B, C : 50 μ m 樹脂層,
D : 20 μ m の樹脂を全層に挿入)

【0019】

〔実施例 2〕

常法により製造した、板厚 0.27 mm の一方向性電磁鋼板を用い、何も挿入しないもの：E、オレフィン系フィルム樹脂を 10 層毎に 1 層挿入したもの：F、

20層毎に1層挿入したもの：G、30層毎に1層挿入したもの：H、40層毎に1層挿入したもの：Iをそれぞれ積層鉄心とし、500kVAの3相トランスに組み立て、50Hz1.4Tで励磁した場合の騒音を測定した。樹脂層の厚さは50 μ mとし、トランス積層厚は50mmに積んだ。その結果を表2に示す。20層毎に1層挿入したものが最小の騒音を示した。

上記のように、本発明の条件を満たす材料から製作したトランス鉄心F、G、Hでは、騒音を低くすることができた。

【0020】

【表2】

試料 No.	騒音	備考
E	50.6 dB(A)	従来技術
F	42.8 dB(A)	本発明
G	41.6 dB(A)	本発明
H	45.9 dB(A)	本発明
I	48.4 dB(A)	従来技術

【0021】

〔実施例3〕

常法により製造した、板厚0.27mmの一方向性電磁鋼板を用い、何も挿入しないもの：J、オレフィン系フィルム樹脂を10層毎に1層挿入したもの：K、樹脂の挿入枚数をJと同じにし、鉄心中心部に集中して3層毎に1層挿入したもの：L、同じ枚数で鉄心表層部に集中して3層毎に1層挿入したもの：Mをそれぞれ積層鉄心とし、500kVAの3相トランスに組み立て、50Hz1.4Tで励磁した状態における騒音を測定した。樹脂層の厚さは50 μ mとし、トランス積層厚は50mmに積んだ。その結果を表3に示す。

上記のように、本発明の条件を満たす材料から製作したトランス鉄心K、Lでは、騒音を低くすることができた。

【0022】

【表 3】

試料 No.	騒音	備考
J	5 0 . 6 dB(A)	従来技術
K	4 2 . 1 dB(A)	本発明
L	4 1 . 0 dB(A)	本発明
M	4 4 . 1 dB(A)	本発明

【 0 0 2 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば鋼板面に垂直な振動を抑え、低騒音化を効果的に実現する、振動発生が少ない低騒音トランス用電磁鋼板およびトランスを提供でき、電気機器の低騒音化が図られるので、産業上の利益は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

騒音を測定したトランスの寸法である。

【図 2】

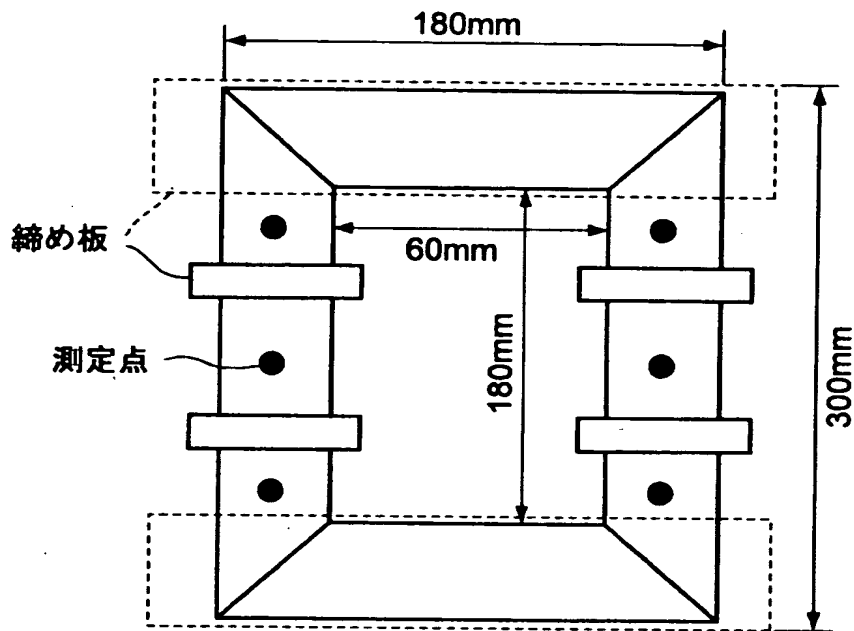
トランス騒音に与える粘弾性層の効果を示したものである。

【図 3】

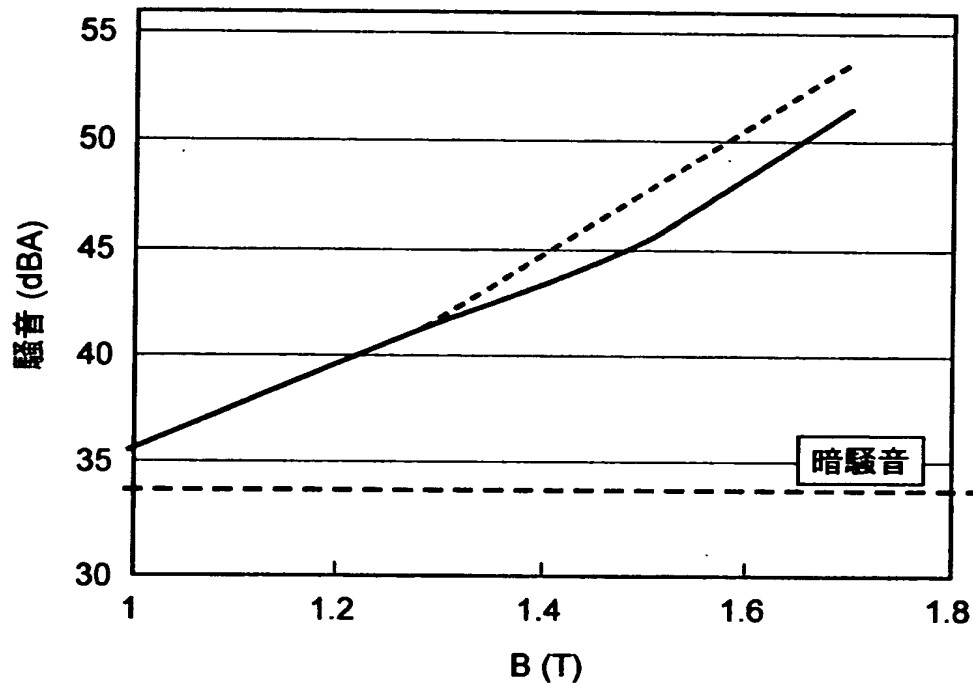
電磁鋼板の占積率を示したものである。

【書類名】 図面

【図 1】

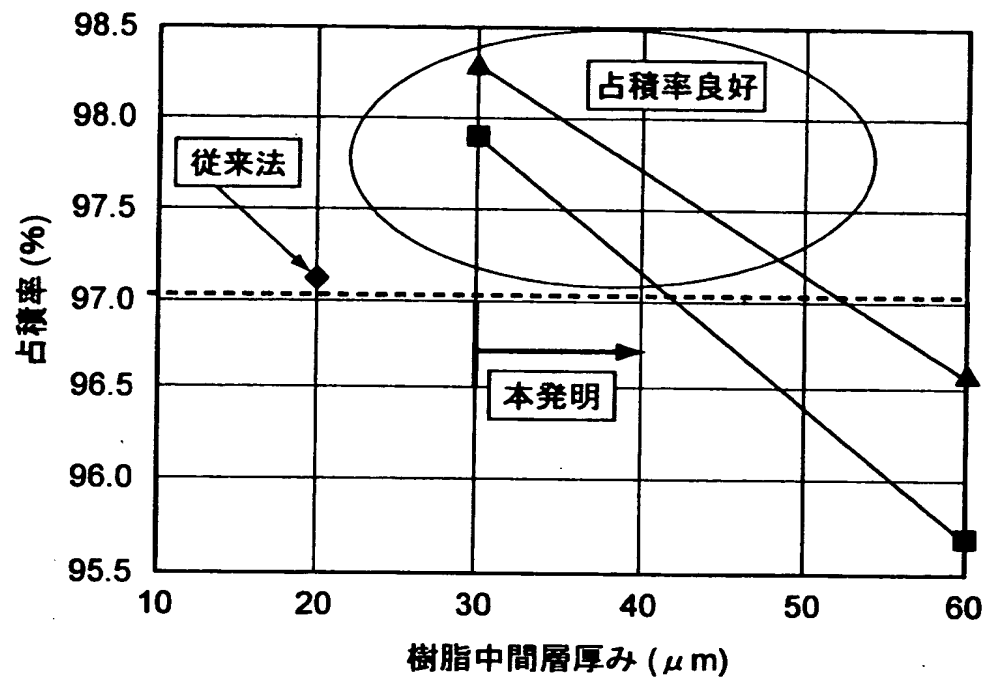


【図 2】



- 30 μ m 厚の粘弾性層を4層に1層ランダムに挿入 (本発明)
- - - 20 μ m 厚の粘弾性層を挿んで構成 (従来法)

【図 3】



- ◆ 複層鋼板(従来法)
- 4層に1枚ランダム挿入(本発明)
- ▲ 5層に1枚ランダム挿入(本発明)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 鋼板面に垂直な振動を抑え、振動発生を少なくすることで効果的に騒音を低減できる低騒音トランス用の電磁鋼板鉄心を提供する。

【解決手段】 鋼板の積層間に粘性と弾性を併せ持つ粘弾性層をランダムに挿入したことを特徴とする低騒音トランス用電磁鋼板および該電磁鋼板を用いて形成した低騒音トランス。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区大手町2丁目6番3号
氏 名	新日本製鐵株式会社